

सूक्ष्मदर्शी से देखते हुए

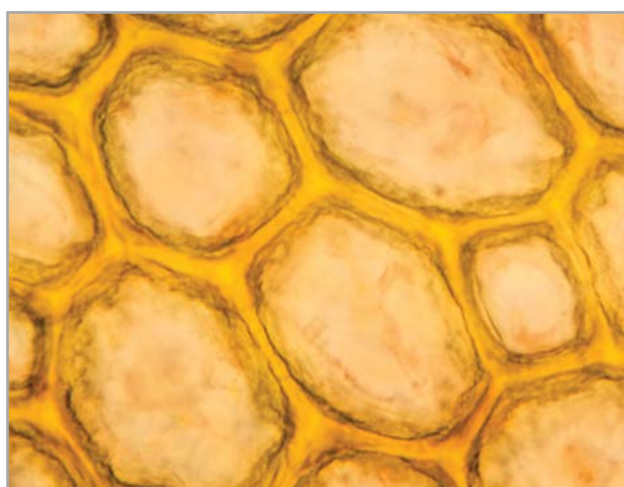
हरिणी बरत

आज जीवविज्ञान के अनेक क्षेत्रों में हो रहे उच्च-स्तरीय शोधकार्य का मुख्य आधार सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप)यंत्र होता है। इसका आविष्कार कब हुआ था? इसका प्रारम्भिक स्वरूप कैसा दिखता था? इसके कुछ नवीनतम प्रारूप कौन-से हैं और इनका उपयोग हम किन चीजों के लिए कर सकते हैं? यह लेख सूक्ष्मदर्शी यंत्रों में अभी हाल के दौर में हुई रोमांचक प्रगतियों का उल्लेख करने से पहले उनके इतिहास की कुछ झलकियाँ प्रस्तुत करता है।

"जहाँ दूरदर्शी समाप्त होता है, वहाँ सूक्ष्मदर्शी आरम्भ होता है। दोनों में से अधिक भव्य दृश्य किससे दिखता है?"

- विक्टर ह्यूगो, ले मिजराब्ल की बुक 3 अध्याय 3 से

हम में से बहुत थोड़े लोग उस स्मृति को भूल सकते हैं जब हमने पहली बार स्कूल के सूक्ष्मदर्शी यंत्र की चकरियों को आगे-पीछे घुमाने के बाद किसी पतले से धब्बेदार प्याज के छिलके से कोशिकाओं की के ईंटों की कतारों, जिनके बीच-बीच में साइटोप्लाज्म की बिन्दियाँ थीं, जैसे दृश्य को प्रकट होते हुए देखा था। अनेक प्रयोगशालाओं का यह अपरिहार्य औजार, सूक्ष्मदर्शी, एक ऐसा उपकरण है जो हमें उन वस्तुओं की जाँच-पड़ताल करने में मदद करता है जो हमारी नंगी आँखों से देखने के लिए जरूरत से ज्यादा छोटी होती हैं। इस शक्तिशाली आविष्कार ने कोशिकाओं तथा सूक्ष्मजीवों के उस संसार को हमारे लिए खोल दिया है जो



चित्र 1 : सूक्ष्मदर्शी के द्वारा देखा गया एक टमाटर का छिलका।
Source: Umberto Salvagnin. License: CC-BY. URL: https://www.flickr.com/photos/kaibara/7781208904/.

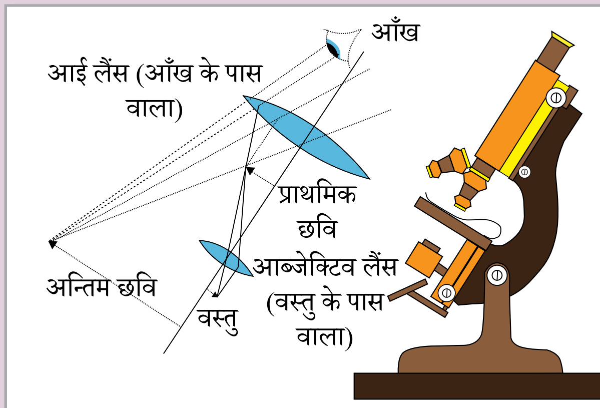
सरल तथा संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

आम तौर पर एक सरल सूक्ष्मदर्शी किसी वस्तु को आवर्धित करने के लिए एक ही लैंस का इस्तेमाल करता है, काफी कुछ उस आवर्धक शीशे की तरह जिसे हाथ में लेकर पढ़ने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। वान लीयुनैनहॉक के सूक्ष्मदर्शी अभी तक बनाए गए सबसे अच्छे सरल सूक्ष्मदर्शियों में से थे और उन्होंने 250Xसे भी अधिक स्तर के आवर्धन हासिल किए थे। इसका मतलब था कि जिस नमूने को देखा जा रहा होता था उसकी छवि का आकार मूल से 250 गुना से भी अधिक होता था। इसके बाद लगभग एक सदी से भी अधिक समय बीत गया, तब जाकर संयुक्त सूक्ष्मदर्शियों द्वारा इससे बेहतर आवर्धन हासिल किया जा सका।

सुझाया गया अभ्यास

विद्यार्थियों को एक आवर्धक शीशा दें। फिर उन्हें खुद से यह पता करने के लिए कुछ समय दें कि वे किस तरह उसे सबसे अधिक प्रभावशाली तरीके से इस्तेमाल कर सकते हैं। प्रयोग करने के लिए वे अपनी पाठ्यपुस्तक के एक पृष्ठ का उपयोग कर सकते हैं। उनसे पहले दोनों आँखों को खुली रखकर, और फिर एक आँख को बन्द करके, उस आवर्धक शीशे में से देखने को कहें। वे आवर्धक शीशे को अपनी आँखों से विभिन्न दूरियों पर रखकर भी आजमा सकते हैं। उनमें से कई को यह पता चलेगा कि एक आँख को बन्द करके दूसरी खुली आँख से आवर्धक शीशे को लगभग आधा फुट दूर रखने पर सबसे ज्यादा साफ छवि प्राप्त होती है। इस बात पर जोर दें कि हर व्यक्ति इसका इस्तेमाल अलग-अलग तरीके से करता है, और इसलिए प्रत्येक विद्यार्थी को यह पता करना चाहिए कि उसके लिए सबसे अच्छी तरह काम करने वाली स्थिति क्या है।

एक बड़ी पत्ती को एक सफेद कागज के पन्ने पर चिपकाएँ। फिर इसे एक बोर्ड पर लगा दें। विद्यार्थियों से आवर्धक शीशे को कागज के बहुत पास पकड़े रखकर शुरुआत करने के लिए कहें। फिर वे उसे धीरे-धीरे उससे दूर हटाएँ, हर दूरी पर रुकेंऔर अवलोकन करें कि पत्ती की छवि कैसे बदलती है। उन्हें बोर्ड से 3 या 5 अलग-अलग दूरियों पर (उदाहरण के लिए 6 इंच, 1 फुट, 2 फुट, 5 फुट) जो कुछ दिखाई देता है, उसका चित्र कॉपियों में बनाने को कहें। दूरी नापने के लिए विद्यार्थी नापने वाले फीते का इस्तेमाल कर सकते हैं। उन्हें आवर्धक शीशे से दिखाई देने वाली छवि के आकार और उसके भीतर की चीजों को लगभग हूबहू अपनी कॉपियों में उतारने की कोशिश करना चाहिए।



चित्र 2: लैंस तथा किरणों का रेखाचित्र यह दिखाता है कि एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी किस प्रकार वस्तु की एक आवर्धित, किन्तु उलटी छवि निर्मित करता है। Source: school physics.co.uk. URL: http://www.schoolphysics.co.uk/age16-19/Optics/Optical%20 instruments/text/Microscope_/index.html.

एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में एक से अधिक लैंस होते हैं जो एक नली से जुड़े रहते हैं। जो लैंस देखे जाने वाले नमूने के सबसे पास होता है, उसे आब्जैक्टिव लैंस कहते हैं। आब्जैक्टिक लैंस के द्वारा बनाई गई छवि फिर आईपीस (आँख के पास वाला लैंस) - वह अन्तिम लैंस जिसमें से होकर देखने वाला आवर्धित छवि को देखता है - से और भी अधिक आवर्धित कर दी जाती है। सभी आधुनिक सूक्ष्मदर्शी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी ही होते हैं। वे आवर्धक शीशे की तुलना में, उल्लेखनीय रूप से उच्च आवर्धन (लगभग 1000X या उससे भी ज्यादा) की क्षमता रखते हैं।

सुझाया गया अभ्यास

एक टूथपिक की नोंक को दही में डुबोकर दही की एक छोटी-सी बूँद को एक काँच की स्लाइड पर फैला दें। स्लाइड पर धीरे से एक कवरस्लिप (काँच की बहुत पतली परत) रख दें। अब इसे एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से, धीरे-धीरे उसका आवर्धन बढ़ाते हुए देखें। आप छोटे कीटाणु को, अकेले या झुण्डों में, और भिन्न-भिन्न आकृतियों (छड़ या गेंद जैसी) देख सकेंगे। विद्यार्थियों को सूक्ष्मदर्शी में से जो कुछ दिखाई देता है, उसे वैसा ही कॉपियों में उतारने के लिए प्रोत्साहित करें।[2]

पहले अदृश्य था। आज भी सूक्ष्मदर्शी जीवनविज्ञान के कई क्षेत्रों, जैसे कि कोशिकाओं का जीवविज्ञान, के शोधकार्य की रीढ़ बने हुए हैं।

संक्षिप्त इतिहास

प्रारम्भिक सूक्ष्मदर्शियों के इतिहास का आरम्भ 1600 के शुरुआती दशकों से होता है। जहाँ यह तो स्पष्ट नहीं है कि उसका मूल आविष्कारक कौन था, वहीं यह माना जाता है कि 'सूक्ष्मदर्शी' शब्द 1625 में जिओवानी फेबर[1]नामक एक जर्मन चिकित्सक और जीववैज्ञानिक के द्वारा गढ़ा गया था जो गैलीलियो गैलिली के मित्र थे। उसके बाद के वर्षों में ही जैविक संरचनाओं की जाँच-पड़ताल करने और अवलोकनों को दर्ज करने के लिए सूक्ष्मदर्शी का अधिकाधिक इस्तेमाल किया जाने लगा था। उसके लगभग 50 वर्ष बाद, सूक्ष्मदर्शिकी (माइक्रोस्कोपी - सूक्ष्मदर्शी यंत्र के तकनीकी पहलू) के क्षेत्र में सबसे यादगार योगदान ऐन्टोनी वान लीयुनैनहॉक द्वारा दिया गया जिन्हें आज 'सूक्ष्म जीवविज्ञान के पिता' के रूप में सराहा जाता है।

वान लीयुनैनहॉक मूल रूप से परदों और लिनन के व्यापारी थे। पर वे लैंसों के प्रति आकर्षित हो गए, जो कि आवर्धक शीशे के रूप में धागों को गिनने के लिए इस्तेमाल किए जाते थे। फिर जल्दी ही उन्होंने लैंस बनाने की कला में महारथ हासिल कर ली। उन्होंने सैकड़ों लैंस और कई अलग-अलग प्रकारों के सरल सूक्ष्मदर्शी बनाए। इनमें पीतल की प्लेटों पर लगाए हुए छोटे लैंसों से बने सूक्ष्मदर्शी भी थे, जिनका आवर्धन उन संयुक्त सूक्ष्मदर्शियों से भी कहीं अधिक था जो उनके समकालीन अन्य लोग बना पा रहे थे। उस समय के इन अग्रणी सूक्ष्मदर्शियों ने वान लीयुनैनहॉक को पथ प्रवर्तन करने वाले बुनियादी अवलोकनों को करने की सुविधा दी। वे कोशिकाओं का अवलोकन करने वाले, कीटाणुओं तथा प्रोटोजोआ की खोज करने वाले, और पशुओं तथा पौधों के ऊतकों का और साथ ही खनिज क्रिस्टलों का अध्ययन करने वाले सबसे पहले लोगों में से थे।[3]

आज शोधकर्ता कोशिका के और भी ज्यादा भीतरी हिस्से को आवर्धित करके देखने का प्रयास कर रहे हैं। उनकी कोशिश सभी जीवन तंत्रों के बुनियादी कलपुर्जों - अर्थात जैव अणुओं (biomolecules) - की छानबीन करने और उनके फोटोग्राफ लेने की होती है। ऐसी एक अमूल्य तकनीक जिसके

कलाकारों के साथ मिलकर काम करना

आधुनिक सूक्ष्मदर्शी अपनी छवियाँ कम्प्यूटरों पर रिकार्ड करते हैं। इसलिए शोधकर्ताओं को अच्छे चित्र बनाने के उस कौशल की जरूरत नहीं होती जिसे अक्सर स्कूल के जीवविज्ञान में रिकार्ड करने और कॉपियों में उतारने के लिए आवश्यक समझा जाता है। लेकिन 17वीं और 18वीं शताब्दी के शोधकर्ता क्या करते थे? तब छवियाँ नक्काशियों के रूप में प्रकाशित की जाती थीं। यह करने के लिए छवि का एक चित्र बनाया जाता था और उसे फिर एक ताम्बे की प्लेट पर खोद या उकेर दिया जाता था, जिससे उसे छापा जाता था।

राबर्ट हुक ने अपने चित्र स्वयं बनाए थे। उनकी किताब में पौधों और कीटों की सबसे पहली सूक्ष्म छवियाँ प्रकाशित हुई थीं। वेवान लीयुनैनहॉक के समकालीन थे और सबसे पहली अत्यधिक बिकने वाली वैज्ञानिक पुस्तक **माइक्रोग्राफिया** के लेखक थे। परन्तु, वान लीयुनैनहॉक, उसमें उतने कुशल नहीं थे, और इसलिए वे कलाकारों के साथ काम करते थे जो उनके लिए छवियों को चित्रित करते थे। फिर एक नक्काश उनको प्लेट पर उकेरकर छापता था।[4]

सूक्ष्मदर्शिकी का क्षेत्र आज भी वैज्ञानिकों और चित्रकारों को साथ ला देता है। कई चित्रकार और फोटोग्राफर शक्तिशाली आधुनिक सूक्ष्मदर्शियों के द्वारा देखी गई ध्यान खींचने वाली



चित्र 3 : मनुष्य के यकृत (लिवर) का एक कोशाणु।
Source: National Institute of General Medical Sciences. URL: https://www.nigms.nih.gov/education/life-magnified/Pages/1b3_human-hepatocyte.aspx.

जबर्दस्त छवियों से प्रेरित होते हैं। वैज्ञानिकों के साथ उनके काम करने के फलस्वरूप अकसर चकित कर देने वाली छवियाँ निर्मित होती हैं, जिनमें से कुछ कला प्रदर्शनियों में, और अन्य हवाई अड्डों जैसे सार्वजनिक स्थानों में पहुँच जाती हैं, जहाँ वे विज्ञान को लोकप्रिय बनाने के एक ध्यान आकर्षित करने वाले तरीके जैसा काम करती हैं।[5]

कारण यह सम्भव हुआ है फ्लूरोसेंस माइक्रोस्कोपी है। जैव-रसायनशास्त्रियों ने ऐसे फ्लूरोसिंग अणुओं (ऐसे प्रोटीन जो किसी रंग के प्रकाश द्वारा उत्तेजित किए जाने के बाद स्वस्फूर्त ढंग से किसी अन्य रंग का प्रकाश उत्सर्जित करते हैं) के पूरे समूह को खोज निकाला है। इन लेबलों या चिन्हकों को ऐसे उन अन्य प्रोटीनों के साथ रासायनिक तरीके से संयुक्त कर दिया जाता है, जिनमें शोधकर्ताओं की दिलचस्पी होती है और जो अपना खुद का कोई प्रकाश उत्सर्जित नहीं करते। ऐसा करके शोधकर्ता उन प्रोटीनों को तब 'देखने' में समर्थ हो जाते है, जब वे गति करते हैं और आपस में क्रियाएँ करते हैं।

प्रकाश आधारित सूक्ष्मदर्शियों की क्षमता 'विवर्तन सीमा' नामक विशेषता के कारण सीमित हो जाती है। यह विशेषता उन्हें केवल ऐसे बारीक विवरणों में भेद करने देती है जो प्रकाश की तरंगदैर्ध्य के आधे से ज्यादा बड़े होते हैं, अर्थात जिनका विस्तार कुछ माइक्रॉन का होता है (1 माइक्रॉन 1 मीटर के दस लाखवें भाग के बराबर होता है)। इसलिए ऐसे दो धब्बे, जिनके बीच की दूरी एक माइक्रॉन से कम है, एक ही धब्बे की तरह दिखाई देंगे। परन्तु, अनेक प्रमुख जैव-आणविक कार्यों, प्रक्रियाओं और रोगों को पूरी तरह से समझने के लिए उनकी सूक्ष्म तस्वीर को नैनो पैमाने (1 नैनोमीटर 1 मीटर के 1अरबवें भाग के बराबर होता है) तक बारीक होने की जरूरत होती है। इस बाधा को पार करने और नैनो संसार को पकड़ पाने के लिए शोधकर्ताओं ने बहुत चतुराई वाले तरीके विकसित कर लिए हैं। ये अत्यधिक बारीक भेद करने वाली 'सुपर रिजोल्यूशन फ्लूरोसेंस माइक्रोस्कोपी' विधियाँ फ्लूरोसेंट लेबलों को भिन्न तरीकों से नियंत्रित करने के द्वारा काम करती हैं। 2014 में रसायनशास्त्र का नोबेल पुरस्कार ऐरिक बेट्ज़िग, डब्ल्यू. ई. मोर्नर तथा स्टेफान हैल को इन्ही तकनीकों के विकास के लिए दिया गया।

बेहतर सूक्ष्मदर्शी बनाने के लिए अनुसंधान जारी है

तीन शताब्दियों के ऐसे पथप्रर्वतक कार्य, जिसने सूक्ष्मदर्शियों को जबर्दस्त रूप से शक्तिशाली और परिष्कृत बना दिया है, के बाद अभी भी उनमें और सुधार करने की गुंजाइश है। आईआईएसईआर पुणे के भौतिकविज्ञान विभाग में असिस्टेंट प्रोफेसर जी. वी. पवन कुमार कहते हैं कि, ''एक भौतिकशास्त्री के रूप में, मुझे लगता है कि सूक्ष्मदर्शिकी के क्षेत्र में बहुत से भौतिक वैज्ञानिक पहलुओं की खोजबीन करना और उसका उपयोग करना बाकी है।'' उनका कार्य उनके पहले के अनेक भौतिकशास्त्रियों की विरासत को आगे बढ़ाना है जिनके इस लम्बे दौर में किए गए प्रयासों ने सूक्ष्मदर्शी की सीमाओं के पार जाने में मदद की है।

जैविक नमूने बहुत हद तक पारदर्शी होते हैं। इन नमूनों को सूक्ष्मदर्शी के नीचे रखकर देख सकने के काबिल बनाने का एक तरीका उन्हें विभेद कर सकने वाले अभिकारकों से रंग देना है। लेकिन इसका मतलब होता है कि नमूनों को रंगने के पहले उन्हें मार डालने और स्थिर करने की जरूरत होती है। पर क्या कोई तरीका है कि इसके बजाय हम जीवित कोशिकाओं को देख सकें? जो पारदर्शी नमूने प्रकाश की किरणों के आयाम को प्रभावित नहीं करते वे उसका विवर्तन करते हैं। लेकिन वे उसके एक अन्य मानदण्ड को संशोधित कर देते हैं, जिसे उसका फेज (प्रावस्था) कहते हैं जो हमारी आँखों से पकड़ में नहीं आता।

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी

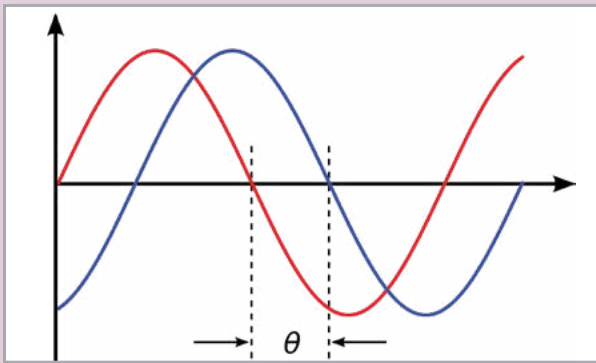
इस लेख में जिन सूक्ष्मदर्शियों पर चर्चा की गई है, वे सभी प्रकाश आधारित सूक्ष्मदर्शी हैं - अर्थात वे वस्तु की छवि निर्मित करने के लिए प्रकाश का उपयोग करते हैं। पर, अन्य प्रकार के सूक्ष्मदर्शी भी होते हैं, जिनमें स्कैनिंग प्रोब सूक्ष्मदर्शी, अल्ट्रा सूक्ष्मदर्शी तथा इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी शामिल हैं।

अर्नस्ट रुस्का एवं मैक्स नोल को 1932 में पहला इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी निर्मित करने का श्रेय दिया जाता है। जैसा कि इसके नाम से प्रकट होता है, इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी छवि बनाने के लिए प्रकाश के बजाय इलेक्ट्रॉनों का उपयोग करते हैं। उनमें काँच के लैंसों की जगह विद्युतचुम्बक ले लेते हैं, पर उनके काम करने का सिद्धान्त वही रहता है जो प्रकाश आधारित सूक्ष्मदर्शी में होता है। प्रकाश की तुलना में इलेक्ट्रॉनों की तरंगदैर्ध्य काफी छोटी होती है। इसका मतलब है कि इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी वस्तु के बारीक विवरणों को उससे कहीं ज्यादा सूक्ष्म पैमाने पर स्पष्ट कर सकता है, या उजागर कर सकता है, जितना कि प्रकाश आधारित सूक्ष्मदर्शी कर सकता है। वास्तव में सर्वश्रेष्ठ इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी दो परमाणुओं को अलग-अलग दर्शा सकता है! इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी उल्लेखनीय रूप से उच्च स्तरीय आवर्धन - एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की तुलना में लगभग हजार गुना बेहतर - भी हासिल कर सकता है।

परन्तु, जैविक नमूनों का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन करने में एक बड़ी समस्या है। इन नमूनों का अध्ययन निर्वात में किया जाता है, और इसके लिए उन्हें कई विधियों में से किसी एक के द्वारा तैयार या 'स्थिर' किया जाता है। इसका मतलब है कि इसके द्वारा जीवित कोशिकाओं को न देखा जा सकता है और न उनके फोटोग्राफ लिए जा सकते हैं।

फेज क्या है?

तरंगें विभिन्न गुणधर्मों के द्वारा परिभाषित की जाती हैं। इनमें से कुछ गुणधर्मों को समझने का आसान तरीका एक लम्बी रस्सी, जो एक छोर पर बँधी हो में एक तरंग पैदा करके देखना है। आयाम बस तरंग की ऊँचाई होता है - रस्सी को ज्यादा जोर से हिलाने से ज्यादा बड़े आयाम की तरंगें पैदा होती हैं। दूसरी ओर, रस्सी को ज्यादा तेजी-तेजी से हिलाने पर तरंग की आवृत्ति बढ़ जाती है। फेज किसी तरंग का एक अन्य गुण होता है, लेकिन उसे आसानी से देखा नहीं जा सकता। शायद उसे समझने का सबसे आसान तरीका यह है - जब दो तरंगों के ऊपरी और निचले शीर्ष एक-दूसरे पर पड़ते हैं तो कहा जाता है कि उनका फेज समान है। पर यदि वे एक-दूसरे के ऊपर नहीं पड़ते, तो दो उच्च शीर्षों के बीच की दूरी ('थीटा' जिसे कोणों में नापा जाता है) ही दोनों तरंगों के बीच का फेज अन्तर होती है। एक अर्थ में, किसी तरंग का फेज उसके प्रारम्भ बिन्दु को परिभाषित करता है।



चित्र 4 : दो साइन तरंगें जो फेज के बदल जाने के कारण एक-दूसरे से अलग होती हैं।
Source: Peppergrower (own work), Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/phase_(waves)#/media/File:Phase_shift.svg. License: CC-BY-SA.

जब प्रकाश किसी वस्तु में से होकर गुजरता है, तब उसका फेज बदल जाता है, अन्य वस्तुओं की अपेक्षा कुछ वस्तुएँ इस फेज को ज्यादा परिवर्तित करती हैं (या एक तरह से कहें तो उसमें देर करवा देती हैं)। इसका बहुत चतुराईपूर्वक लाभ उठाते हुए, फेज विभेद पर आधारित छवि निर्मित करने की तकनीकें हमें ऐसे जैविक नमूनों को ज्यादा स्पष्टता से देखने की सुविधा देती हैं जो प्रकाश के लिए पारदर्शी होते हैं, या अपनी पृष्ठभूमि के बहुत समान होते हैं।

डच गणितज्ञ और भौतिकशास्त्री, फ्रिट्ज जेरनाइक, ने इन फेज परिवर्तनों को तीव्रता के भेदों में बदलने की एक विधि खोज निकाली। एक विशेष चकरी और एक फेज प्लेट का उपयोग करते हुए, उन्होंने सीधे प्रकाश और नमूने के द्वारा विवर्तित प्रकाश के फेजों को अलग किया और फिर उनके अन्तर को बढ़ा दिया। अलग की गई प्रकाश तरंगों के बाद में होने वाले व्यवधान के परिणामस्वरूप उनमें इतना आयाम विभेद पैदा हो जाता है जिसे मनुष्य की आँख से देखा जा सकता है।

फोल्डस्कोप

सूक्ष्मदर्शी सस्ते नहीं होते। या कहें कि अभी के पहले नहीं होते थे। एक कागज से बनाया गया सूक्ष्मदर्शी, जो फोल्डस्कोप (https://indiabioscience.org/columns/indiabioscience-blog/foldscope-events-in-india-the-delhi-photoblog) कहलाता है, और जिसे मनु प्रकाश ने विकसित किया है जो स्टैनफोर्ड यूनिवर्सिटी में बायोफिजिसिस्ट हैं। यह सूक्ष्मदर्शी यथास्थिति को बदलने वाला है। इस ओरिगामी-आधारित सूक्ष्मदर्शी, जिसे कागज की एक शीट से छापकर निर्मित किया जा सकता है, की लागत सौ रुपए के लगभग होती है। फिर भी, यह 2000X गुने से भी अधिक आवर्धन प्रदान करता है, इसका वजन 1 रुपए के सिक्के से भी कम होता है, और इसके काम करने के लिए किसी बाहरी पावर स्रोत की जरूरत नहीं होती।[6]

अभी हाल ही तक, फेज-विभेद कोशाणुओं और ऊतकों में प्रवेश किए बिना उनको देखने की एक गुणात्मक विधि थी। अब किए जा रहे प्रयास फेज परिवर्तन से परिमाणात्मक जानकारी निकालने पर केन्द्रित हैं, जिसको हासिल करने के लिए वैज्ञानिक कई प्रायोगिक विधियाँ आजमा रहे हैं। पवन कुमार और उनके सहयोगी वर्तमान में ऐसी ही एक नवीनतम तकनीक पर काम कर रहे हैं जिससे पदार्थिकविज्ञान और जीवविज्ञान, दोनों को लाभ हो सकता है। उनके पास ऐसी प्रौद्यागिकी है जो नमूने पर डाले जाने वाले प्रकाश में इच्छानुसार विशिष्ट फेज पैटर्न निर्मित कर सकती है। विवर्तित प्रकाश, जिसका फेज नमूने के द्वारा संशोधित कर दिया जाता है, की तुलना एक सन्दर्भ किरणपुंज से व्यवधान के माध्यम से की जाती है। प्रकाश की दोनों बीमों के बीच के फेज अन्तर की जानकारी तब निकाल ली जाती है। इस जानकारी का उपयोग

Additional readings/resources

1. Microscopy Society of America. Web. 10 January 2016. http://www.microscopy.org/.
2. Chapter 10.11: Microscopes. "Fundamentals of Optics", Jenkins & White. McGraw-Hill International Edition.
3. Cells Alive! Web. 10 January 2016. http://www.cellsalive.com/
4. Microscopedia. Web. 10 January 2016. http://www.microscopedia.com/Resource/Application/22?ccgid=4
5. AAAS ScienceNetLinks "Pond 2: Life in a drop of pond water". Web. 10 January 2016. http://sciencenetlinks.com/lessons/pond-2-life-in-a-drop-of-pond-water/.

करते हुए नमूने की बहुत परिशुद्ध छवि निर्मित की जा सकती है, जिसमें नैनोमीटर पैमाने पर कोशिका संरचनाओं और गतियों के सूक्ष्म विवरणों को देखा जा सकता है। कुमार कहते हैं कि, "अन्य बातों के साथ ही यह छवि लेने की एक लेबल-मुक्त विधि है जो जीवविज्ञान के लिए बहुत लाभकारी है।"

नैनो-पैमाने की स्पष्टता की खोज में अनेक लोग संलग्न हैं - शायद उनमें परदों के व्यवसायी न हों, पर उनमें अन्य लोगों के साथ रसायनवैज्ञानिक, भौतिकवैज्ञानिक और इंजीनियर निश्चित रूप से शामिल हैं। उनके प्रयास जीवविज्ञान की आश्चर्यजनक प्रक्रियाओं की हमारी समझ को आगे बढ़ाने में बहुत दूर तक सहायक होंगें, और आशा की जा सकती है कि वे हमें कुछ ऐसे तरीके प्रदान करेंगे जिनसे जो गलत होता है उसे सुधारा जा सके। परन्तु, जीवविज्ञान केवल अन्वेषकों के विचार का क्षेत्र नहीं है। आखिरकार, वह हमसे युगों अधिक लम्बे समय से नैनो-संसार के साथ प्रयोग करता रहा है, और उसने भी कई तरकीबें सीख ली हैं, जिनकी नकल उतार सकने की हम उम्मीद भर कर सकते हैं।

References

1. Wikipedia: Microscopy. Web. 10 January 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Microscope
2. Microscopes for schools. Web. 10 January 2016. http://www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/microscopes4schools/yoghurt.php
3. Wikipedia: Antoine van Leeuwenhoek. Web. 10 January 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek
4. Gizmodo "How 17th Century Artists Helped Make the Microscopic World Visible". Web. 10 January 2016. http://gizmodo.com/how-17th-century-artists-helped-make-the-microscopic-wo-1736249872
5. NIH National Institute of General Medical Sciences "Life: Magnified" Online. Web. 10 January 2016. http://irp.nih.gov/catalyst/v22i4/nih-microscopy-lights-up-dulles-airport
6. Foldscope: Microscopy for everyone. Web. 10 January 2016. http://www.foldscope.com/

हरिणी बरत एक विज्ञान लेखिका हैं। बेंगलूरु में रहती हैं। वे इण्डिया बायोसाइंस के लिए लिखती और उसकी विषय वस्तु का संयोजन करती हैं। उनकी पृष्ठभूमि और शोधकार्य प्रशिक्षण का क्षेत्र कंडेंस्ड मैटर फिजिक्स है।
उनसे harini@indiabioscience.org पर सम्पर्क किया जा सकता है। **अनुवाद :** भरत त्रिपाठी